






5

Acylphosphine oxide compounds their preparation and use

Patent number: DE2909994
Publication date: 1980-10-02
Inventor: LECHTKEN PETER DIPL CHEM DR; BUETHE INGOLF
DIPL CHEM DR; JACOBI MANFRED DIPL CHEM DR;
TRIMBORN WERNER DIPL CHEM DR
Applicant: BASF AG
Classification:
- **international:** C07F9/53; C09D7/12; C08K5/53; C08F4/32; G03C1/68
- **european:** C07F9/32A9Q; C07F9/40A9Q; C07F9/46; C07F9/48;
C07F9/48A4; C07F9/53A9; G03F7/029
Application number: DE19792909994 19790314
Priority number(s): DE19792909994 19790314

Also published as:

	EP0057474 (A)
	US4710523 (A)
	US4298738 (A)
	EP0057474 (A)
	EP0057474 (B)

Report a data error he

Abstract not available for DE2909994

Abstract of corresponding document: **US4298738**

Acylphosphine oxide compounds of the general formula where R1 is alkyl, cyclohexyl, cyclopentyl, aryl which is unsubstituted or substituted by halogen, alkyl or alkoxy, or an S-containing or N-containing five-membered or six-membered heterocyclic radical, R2 has one of the meanings of R1 (but R1 and R2 may be identical or different) or is alkoxy, aryloxy or aralkoxy, or R1 and R2 together form a ring and R3 is an at least disubstituted phenyl, pyridyl, furyl or thienyl radical which carries, at least at the two carbon atom adjacent to the linkage point of the carbonyl group, the substituents A and B, which may be identical or different, and each of which is alkyl, alkoxy or alkylthio of 1 to 6 carbon atoms, cycloalkyl of 5 to 7 carbon atoms, phenyl or halogen, or R3 is alpha -naphthyl substituted by A and B at least in the 2- and 8-positions or is beta -naphthyl substituted by A and B at least in the 1- and 3-positions, a process for the preparation of these acylphosphine oxide compounds from acid halides of the general formula where X is chlorine or bromine, and a phosphine of the general formula and the use of these acylphosphine oxide compounds as photoinitiators in photopolymerizable surface coatings, finishes and printing inks.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

This Page Blank (uspio)

51

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Behördeneigentum

Int. Cl. 3:

C 07 F 9/53

C 09 D 7/12

C 08 K 5/53

C 08 F 4/32

G 03 C 1/68

DE 29 09 994 A 1

5

11

Offenlegungsschrift 29 09 994

21

Aktenzeichen:

P 29 09 994.3

22

Anmeldetag:

14. 3. 79

43

Offenlegungstag:

2. 10. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Acylphosphinoxidverbindungen, ihre Herstellung und Verwendung

71

Anmelder:

BASF AG, 6700 Ludwigshafen

72

Erfinder:

Lechtken, Peter, Dipl.-Chem. Dr., 6710 Frankenthal;
Buethle, Ingolf, Dipl.-Chem. Dr., 6700 Ludwigshafen;
Jacobi, Manfred, Dipl.-Chem. Dr., 6710 Frankenthal;
Trimborn, Werner, Dipl.-Chem. Dr., 6703 Limburgerhof

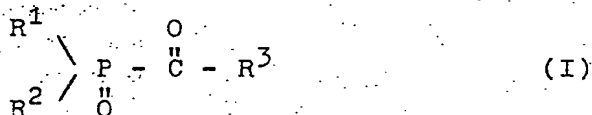
DE 29 09 994 A 1

2909994

Patentansprüche

1. Acylphosphinoxid-Verbindungen der allgemeinen Formel

5



10

wobei R^1 für einen geradkettigen oder verzweigten Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen Cyclohexyl-, Cyclopentyl-, Aryl-, halogen-, alkyl- oder alkoxyl-substituierten Aryl-, einen S- oder N-haltigen fünf- oder sechsgliedrigen heterocyclischen Rest steht;

15

R^2 die Bedeutung von R^1 hat, wobei R^1 und R^2 untereinander gleich oder verschieden sein können, oder für einen Alkoxyrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, für einen Aryloxy- oder einen Arylalkoxyrest steht, oder R^1 und R^2 miteinander zu einem Ring verbunden sind;

20

25

R^3 für einen mindestens zweifach substituierten Phenyl-, Pyridyl-, Furyl- oder Thiophenyl-Rest steht, der mindestens an den beiden zur Verknüpfungsstelle mit der Carbonylgruppe benachbarten Kohlenstoffatomen die Substituenten A und B trägt, die untereinander gleich oder verschieden sein können, und für 1 bis 6 Kohlenstoffatome enthaltende Alkyl-, Alkoxy- oder Alkylthioester, 5 bis 7 Kohlenstoffatome enthaltende Cycloalkylreste, Phenylreste oder Halogenatome stehen, oder R^3 für einen mindestens in den 2,8-Stellungen durch A und B substituierten α -Naphthylrest oder mindestens in den 1,3-Stellungen durch A und B substituierten β -Naphthylrest steht.

35

87/79 Ls/sk 14.03.1979

030040/0036

2909994

2. Acylphosphinoxid-Verbindungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

R^3 ein 2,4,6-Trimethylphenyl-, 2,3,6-Trimethylphenyl-,
2,6-Dimethoxyphenyl-, 2,6-Dichlorphenyl-, 2,6-Di-
-(methylthio)-phenyl- oder ein 2,3,5,6-Tetramethyl-
phenylrest ist.

3. Acylphosphinoxid-Verbindungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

R^3 ein 2,4,6-Trimethylpyridyl-3- oder ein 2,4-Dimethyl-
thiophenyl-3-Rest ist.

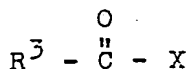
4. Acylphosphinoxid-Verbindungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

R^3 ein 1,3-Dimethyl-naphthalin-2-, ein 2,8-Dimethyl-
naphthalin-1-, ein 1,3-Dimethoxy-naphthalin-2-
oder ein 2,8-Dimethoxynaphthalin-1-Rest ist.

5. Acylphosphinoxid-Verbindungen nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß

R^1 und R^2 die Bedeutung Phenyl oder C_1 bis C_6 -Alkyl-
-substituiertes Phenyl haben.

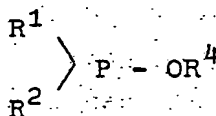
6. Verfahren zur Herstellung der Acylphosphinverbindungen
nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß man
Säurehalogenide der allgemeinen Formel



worin X für Chlor oder Brom steht und R^3 die oben ge-
nannte Bedeutung hat, mit einem Phosphin der allgemei-

030040/0036

nen Formel



5

worin R^1 und R^2 die oben genannte Bedeutung haben und R^4 für einen geradkettigen oder verzweigten 1 bis 6 Kohlenstoffatome enthaltenden Alkylrest oder einen Cycloalkylrest mit 5 oder 6 Kohlenstoffatomen stehen, bei Temperaturen zwischen -30 und $+130^\circ\text{C}$ ggf. in Gegenwart eines inerten organischen Lösungsmittels umgesetzt.

10

15

7. Verwendung von Acylphosphinoxid-Verbindungen nach Anspruch 1 bis 5 als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Überzugsmitteln, Lacken und Druckfarben in einer Konzentration von 0,001 % bis 20 %, vorzugsweise von 0,01 % bis 4 %.

20

8. Verwendung von Acylphosphinoxid-Verbindungen nach Anspruch 1 bis 5 als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Überzugsmitteln, Lacken und Druckfarben in Kombination mit sekundären oder tertiären Aminen.

25

9. Verwendung von Acylphosphinoxid-Verbindungen nach Anspruch 1 bis 5 als Photoinitiatoren in Kombination mit aromatischen Ketonen, in einem Mischungsverhältnis Acylphosphinoxid-Verbindung : aromatisches Keton von 10 : 1 bis 1 : 30, vorzugsweise 1 : 1 bis 1 : 10 in Überzugsmitteln, Lacken und Druckfarben.

30

35

2909994

10. Verwendung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
daß als Beschleuniger ein tert. Amin in einer Kon-
zentration von 0,5 bis 15 % zugesetzt wird.

5 11. Verwendung von Acylphosphinoxid-Verbindungen des An-
spruchs 1 bis 5 in Kombination mit einem tert. Amin
sowie mit Benzophenon und bzw. oder Thioxanthon, die
ggf. noch Methyl-, Isopropyl-, Chlor- oder Chlorme-
thylreste tragen können, oder mit Benzildimethylke-
10 tal, Benzoinisopropyläther, α -Hydroxyisobutyrophenon,
Diäthoxyacetophenon oder p.-tert.-Butyltrichloraceto-
phenon mit der Maßgabe, daß der Gesamtgehalt an Pho-
toinitiatorsystem zwischen 1 % und 20 % der Gesamt-
menge des photopolymerisierbaren Gemisches liegt.

15

20

25

30

35

030040/0036

BASF Aktiengesellschaft

O.Z. 0050/033730

Acylphosphinoxidverbindungen, ihre Herstellung und Verwendung

Die vorliegende Erfindung betrifft neue Acylphosphinoxid-
5 Verbindungen, ihre Herstellung sowie ihre Verwendung als
Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Überzugsmitteln,
Lacken und Druckfarben.

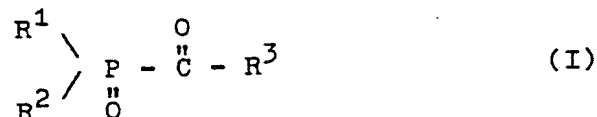
10 Es sind bereits eine Reihe von Initiatoren für die Photo-
polymerisation ungesättigter Verbindungen bekannt. Bis-
lang werden hauptsächlich aromatische Ketone wie Aceto-
phenon- und Benzophenonderivate, Thioxanthone sowie Ben-
zoinäther und Benzilketale eingesetzt. Mit derartigen Ini-
15 tiatoren ausgehärtete Massen zeigen jedoch eine unerwünsch-
te Vergilbung, die eine Verwendung auf hellen (weißen) Flä-
chen nicht zulässt.

Ein weiterer Nachteil ist die oft ungenügende Lagerstabi-
lität der fertig sensibilisierten Harzmischungen, die trotz
20 Dunkellagerung häufig nur einige Tage haltbar sind.

In der Patentanmeldung P 28 30.927.5 wurden bereits Acyl-
phosphinoxid-Verbindungen als Photoinitiatoren vorgeschla-
gen. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, neue Acyl-
25 phosphinoxid-Verbindungen aufzuzeigen, die die oben genann-
ten Nachteile der bekannten Photoinitiatoren nicht aufwei-
sen und auch gegenüber den in der Patentanmeldung

P 28 30 927.5 vorgeschlagenen Verbindungen Verbesserungen aufweisen.

5 Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Acylphosphin-oxid-Verbindungen der allgemeinen Formel



10 wobei R^1 für einen geradkettigen oder verzweigten Alkylrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen Cyclohexyl-, Cyclopentyl-, Aryl-, halogen-, alkyl- oder alkoxy-substituierten Aryl-, einen S- oder N-haltigen fünf- oder
15 sechsgliedrigen heterocyclischen Rest steht;

R^2 die Bedeutung von R^1 hat, wobei R^1 und R^2 untereinander gleich oder verschieden sein können, oder für einen Alkoxyrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, für einen Aryloxy- oder
20 eien Arylalkoxyrest steht, oder R^1 und R^2 miteinander zu einem Ring verbunden sind;

R^3 für einen mindestens zweifach substituierten Phenyl-, Pyridyl-, Furyl- oder Thiophenyl-Rest steht, der mindestens
25 an den beiden zur Verknüpfungsstelle mit der Carbonylgruppe benachbarten Kohlenstoffatomen die Substituenten A und B trägt, die untereinander gleich oder verschieden sein können, und für 1 bis 6 Kohlenstoffatome enthaltende Alkyl, Alkoxy- oder Alkylthioester, 5 bis 7 Kohlenstoffatome enthaltende Cycloalkylreste, Phenylreste oder Ha-
30 logen-, vorzugsweise Chlor- oder Brom-Atome stehen, oder R^3 für einen mindestens in den 2,8-Stellungen durch A und B substituierten α -Naphthylrest oder mindestens in den 1,3-Stellungen durch A und B substituierten β -Naphthylrest steht.
35

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist außerdem ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Acylphosphin-oxid-Verbindungen sowie ihre Verwendung als Photoinitiatoren in photopolymerisierbaren Überzugsmitteln, Lacken und Druckfarben.

Bezüglich der allgemeinen Formel (I) der erfindungsgemäßen Acylphosphinoxid-Verbindungen ist im einzelnen folgendes auszuführen:

R^1 kann sein ein geradkettiger oder verzweigter Alkylrest mit 1 bis 6 C-Atomen wie Methyl-, Äthyl-, i-Propyl-, n-Propyl-, n-Butyl-, Amyl-, n-Hexyl-, Cyclopentyl-, Cyclohexyl-, Aryl-, wie Phenyl-, Naphthyl-, halogensubstituiertes Aryl-, wie Mono- oder Dichlorphenyl-, alkylsubstituiertes Phenyl-, wie Methylphenyl-, Äthylphenyl-, Isopropylphenyl-, tert.-Butylphenyl-, Dimethylphenyl-, alkoxy-substituiertes Aryl-, wie Methoxyphenyl-, Äthoxyphenyl-, Dimethoxyphenyl-, S- oder N-haltige fünf- oder sechsgliedrige Ringe, wie Thiophenyl-, Pyridyl-.

Außer der Bedeutung von R^1 kann R^2 sein ein Alkoxyrest mit 1 bis 6 C-Atomen, wie Methoxyl-, Äthoxyl-, i-Propoxyl-, Butoxyl-, Äthoxyäthoxyl-, ein Aryloxyrest, wie Phenoxy-, Methylphenyl-, Benzyloxy;

R^1 kann mit R^2 zu einem Ring verbunden sein, wie z.B. in Acyl-phosphonsäure-o-phenylenestern.

R^3 kann ein 2,6-Dimethylphenyl-, 2,6-Dimethoxyphenyl-, 2,6-Dichlorphenyl-, 2,6-Dibromphenyl-, 2-Chlor-6-methoxyphenyl-, 2-Chlor-6-methylthio-phenyl-, 2,4,6-Trimethylphenyl-, 2,4,6-Trimethoxyphenyl-, 2,3,4,6-Tetramethylphenyl, 2,6-

- 2-Dimethyl-4-tert.-butylphenyl-, 1,3-Dimethylnaphthalin-2-,
2,8-Dimethylnaphthalin-1-, 1,3-Dimethoxy-naphthalin-2-,
1,3-Dichlornaphthalin-2-, 2,8-Dimethoxynaphthalin-1-, 2,4,6-
Trimethylpyridin-3-, 2,4-Dimethoxy-furan-3- oder ein
5 2,4,5-Trimethylthiophen-3-Rest sein.

Als Beispiele für die erfindungsgemäßen Photoinitiatoren
seien genannt:

- 10 2,6-Dimethylbenzoyl-phenylphosphinsäuremethylester
2,6-Dimethoxybenzoyl-phenylphosphinsäuremethylester
2,6-Dimethylbenzoyl-diphenylphosphinoxid
2,6-Dimethoxybenzoyl-diphenylphosphinoxid
2,4,6-Trimethylbenzoyl-phenylphosphinsäuremethylester
15 2,4,6-Trimethylbenzoyl-diphenylphosphinoxid
2,3,6-Trimethylbenzoyl-diphenylphosphinoxid
2,4,6-Trimethylbenzoyl-tolylphosphinsäuremethylester
2,4,6-Trimethoxybenzoyl-diphenylphosphinoxid
2,6-Dichlorbenzoyl-phenylphosphinsäureäthylester
20 2,6-Dichlorbenzoyl-diphenylphosphinoxid
2-Chlor-6-methylthio-benzoyl-diphenylphosphinoxid
2,6-Dimethylthio-benzoyl-diphenylphosphinoxid
2,3,4,6-Tetramethylbenzoyldiphenylphosphinoxid
2-Phenyl-6-methylbenzoyl-diphenylphosphinoxid
25 2,6-Dibrombenzoyl-diphenylphosphinoxid
2,4,6-Trimethylbenzoyl-naphthylphosphinsäureäthylester
2,6-Dichlorbenzoyl-naphthylphosphinsäureäthylester
1,3-Dimethylnaphthalin-2-carbonyl-diphenylphosphinoxid
2,8-Dimethylnaphthalin-1-carbonyl-diphenylphosphinoxid
30 1,3-Dimethoxynaphthalin-2-carbonyl-diphenylphosphinoxid
1,3-Dichlornaphthalin-2-carbonyl-diphenylphosphinoxid
2,4,6-Trimethylpyridin-3-carbonyl-diphenylphosphinoxid
2,4-Dimethylfuran-3-carbonyl-diphenylphosphinoxid
2,4-Dimethoxyfuran-3-carbonyl-diphenylphosphinoxid
35

2,4,5-Trimethyl-thiophen-3-carbonyl-phenylphosphinsäuremethylester

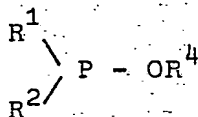
2,4,5-Trimethyl-thiophen-3-carbonyl-diphenylphosphinoxid

- 5 Besonders bevorzugt sind dabei Aroyl-phenylphosphinsäureester bzw. Aroyldiphenylphosphinoxide, deren Aroylrest jeweils in den o-Stellungen durch Alkyl-, Alkoxy-, Halogen-, Alkylthio-Reste oder Mischungen derselben substituiert ist, beispielsweise 2,6-Dimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid, 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid, 2,4,6-Trimethylbenzoyl-phenyl-phosphinsäuremethylester, 2,6-Dichlorbenzoyl- oder 2,6-Dimethoxybenzoyldiphenylphosphinoxid.

- 15 Die Herstellung derartiger Verbindungen gelingt durch Umsetzung von Säurehalogeniden der Formel



- 20 mit Phosphinen der Formel



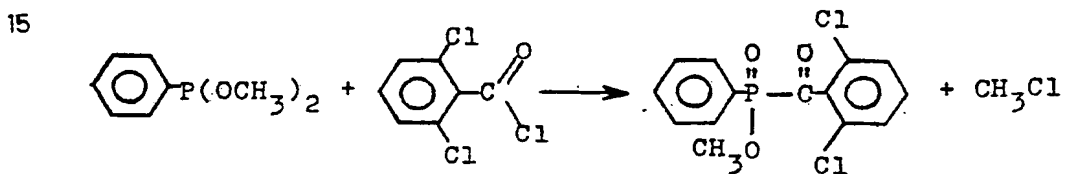
- 25 R^4 = geradkettiger oder verzweigter C_1 - bis C_6 -Alkyl, oder Cycloalkyl mit 5 oder 6 C-Atomen

- Die Umsetzung kann in einem Lösungsmittel, wie einem Kohlenwasserstoff oder Kohlenwasserstoffgemisch, wie Petroläther, Toluol, Cyclohexan, einem Äther, anderen üblichen inerten organischen Lösungsmitteln oder auch ohne Lösungsmittel bei Temperaturen zwischen -30 und $+130^\circ C$, bevorzugt bei 10 bis $100^\circ C$, ausgeführt werden. Das Produkt kann aus dem Lösungs-

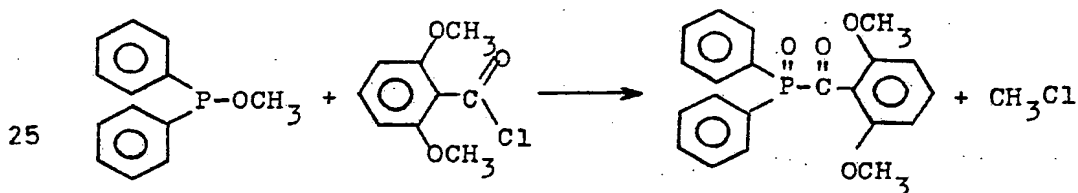
Mittel direkt auskristallisiert werden, hinterbleibt nach dem Abdampfen oder wird im Vakuum destilliert.

Die Gewinnung der Säurehalogenide R^3CX und des substituierten Phosphins $R^1R^2POR^4$ erfolgt nach Verfahren, die dem Fachmann aus der Literatur bekannt sind (z.B. Weygand-Hilgetag, Organisch-Chemische Experimentierkunst, 4. Auflage, S. 246 bis 256, J.A. Barth-Verlag, Leipzig 1970 sowie K. Sasse in Houben-Weyl, Band 12/1, S. 208 bis 209, G.Thieme-Verlag, Stuttgart).

Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen läßt sich folgendermaßen beispielhaft beschreiben:



20 bzw.



Geeignete Phosphine sind z.B. Methyl-dimethoxyphosphin, Butyldimethoxyphosphin, Phenyldimethoxyphosphin, Tolyldimethoxyphosphin, Phenyldiäthoxyphosphin, Tolyldiäthoxyphosphin, Phenyldiisopropoxyphosphin, Tolyldiisopropoxyphosphin, Phenyldibutoxyphosphin, Tolyldibutoxyphosphin bzw. Dimethylmethoxyphosphin, Dibutylmethoxyphosphin, Dimethylbutoxyphosphin, Diphenylmethoxyphosphin, Diphenyläthoxy-

phosphin, Diphenylpropoxyphosphin, Diphenylpropoxyphosphin,¹
Diphenylbutoxyphosphin oder ähnliche Ausgangsmaterialien,
die zu den erfindungsgemäßen Verbindungen führen.

- 5 Als Säurehalogenide eignen sich Chloride und Bromide, besonders bevorzugt sind jedoch Säurechloride.

Die Verbindungen der erfindungsgemäßen Struktur zeigen eine sehr gute Reaktivität als Photoinitiatoren für photopolymerisierbare Monomere mit mindestens einer C-C-Mehrfachbindung und Mischungen derselben miteinander und mit bekannten Zusatzstoffen. Insbesondere die bevorzugten o-disubstituierten Aroyl-diphenylphosphinoxide bzw. Aroyl-phenylphosphinsäureester besitzen darin eine ausgezeichnete Lagerstabilität bei sehr hoher Reaktivität. Dies gilt vor allem für die zumeist verwendeten Harze auf Basis der styrolhaltigen ungesättigten Polyester sowie für die styrolfreien Acrylsäureester. Mit den erfindungsgemäßen Initiatoren lassen sich zudem weiß pigmentierte Lacke vergilbungsfrei aushärten, aber auch bunt pigmentierte Harze verarbeiten. In diesen Eigenschaften übertreffen sie die bekannten Photoinitiatoren wie z.B. Benzildimethylketal oder α -Hydroxyisobutyrophenon.

- 25 Weiterhin wurde überraschend gefunden, daß diese Vorteile erhalten bleiben oder sogar noch verstärkt werden, wenn man die bevorzugten Aroyldiphenylphosphinoxide mit bekannten Photoinitiatoren kombiniert anwendet.

30 Besonders wirksame synergistische Mischungen ergeben sich bei Kombinationen mit bekannten Photoinitiatoren auf Basis der aromatischen Ketone, insbesondere Benzildimethylketal, α -Hydroxyisobutyrophenon, Diäthoxyacetophenon, Benzophenon und 2-Methylthioxanthon, 2-Isopropylthioxanthon sowie 2-
35 -Chlor-thioxanthon. Dabei nutzt man durch Zugabe tert. Ami-

Ne wie Methyldiäthanolamin noch deren bekannte beschleunigende Wirkung aus. Durch Kombination der erfindungsgemäßen Initiatoren mit z.B. Benzildimethylketal gelingt es überraschend wirksame, sehr lagerstabile, aminfreie, photopolymerisierbare Massen herzustellen, die ggf. auch pigmentiert sein können.

Als photopolymerisierbare Monomere eignen sich die üblichen Verbindungen und Stoffe mit polymerisierbaren C-C-Doppelbindungen, die durch z.B. Aryl-, Carbonyl-, Amino-, Amid-, Amido-, Ester-, Carboxy- oder Cyanid-Gruppen, Halogenatome oder C-C-Doppel- oder C-C-Dreifachbindungen aktiviert sind. Genannt seien beispielsweise Vinyläther und Vinylester, Styrol, Vinyltoluol, Acrylsäure und Methacrylsäure sowie deren Ester mit ein- und mehrwertigen Alkoholen, deren Nitrile oder Amide, Malein- und Fumarestere sowie N-Vinylpyrrolidon, N-Vinylcaprolactam, N-Vinylcarbazol und Allylester wie Diallylphthalat.

Als polymerisierbare höhermolekulare Verbindungen sind beispielsweise geeignet: ungesättigte Polyester, hergestellt aus α, β -ungesättigten Dicarbonsäuren wie Maleinsäure, Fumarsäure oder Itaconsäure, ggf. im Gemisch mit gesättigten bzw. aromatischen Dicarbonsäuren wie Adipinsäure, Phthalsäure, Tetrahydrophthalsäure oder Terephthalsäure, durch Umsetzung mit Alkandiolen wie Äthylenglykol, Propylenglykol, Butandiol, Neopentylglykol oder oxalkyliertem Bisphenol-A; Epoxidacrylate, hergestellt aus Acryl- oder Methacrylsäure und aromatischen oder aliphatischen Diglycidyläthern, Polyesteracrylate (z.B. hergestellt aus hydroxylgruppenhaltigen gesättigten Polyestern und Acryl- oder Methacrylsäure) und Urethanacrylate.

Gegebenenfalls können die photopolymerisierbaren Überzugsmittel, Lacke und Druckfarben auch als wäßrige Dispersionen vorliegen oder zur Anwendung gebracht werden.

Den photopolymerisierbaren Verbindungen, deren Zusammensetzung für den jeweiligen Verwendungszweck dem Fachmann geläufig ist, können in bekannter Weise gesättigte und/oder ungesättigte Polymere sowie weitere Zusatzstoffe wie Inhibitoren gegen die thermische Polymerisation, Paraffin, Pigmente, Farbstoffe, Peroxide, Verlaufshilfsmittel, Füllstoffe und Mattierungsmittel sowie Stabilisatoren gegen thermischen oder photochemischen Abbau zugesetzt sein.

10 Solche Gemische sind dem Fachmann bekannt und Art und Menge der Zusätze hängen vom jeweiligen Verwendungszweck ab.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen werden dabei im allgemeinen in einer Konzentration von 0,001 bis 20 %, vorzugsweise von 0,1 bis 5 % bezogen auf die photopolymerisierbare Masse eingesetzt. Sie können ggf. mit Beschleunigern kombiniert werden, die den hemmenden Einfluß des Luftsauerstoffs auf die Photopolymerisation beseitigen.

20 Solche Beschleuniger bzw. Synergisten sind beispielsweise sekundäre und/oder tert. Amine wie Methyläthanolamin, Dimethyläthanolamin, Triäthylamin, Triäthanolamin, p-Dimethylaminobenzoesäureäthylester, Benzyl-dimethylamin, Dimethylaminoäthylacrylat, N-Phenylglycin, N-Methyl-N-Phenylglycin und analoge, dem Fachmann bekannte Verbindungen. Zur Beschleunigung der Aushärtung können weiterhin aliphatische und aromatische Halogenide dienen wie 2-Chlormethylnaphthalin, 1-Chlor-2-chlormethyl-naphthalin sowie Radikalbildner wie Peroxide und Azo-Verbindungen.

30 Als Strahlungsquellen für das die Polymerisation solcher Mischungen auslösende Licht verwendet man solche, die Licht vorzugsweise im Absorptionsbereich der erfindungsgemäßen Verbindungen aussenden, d.h. zwischen 230 und 450 nm. Besonders geeignet sind Quecksilber-Niederdruckstrahler,

35

[-Mitteldruck- und Hochdruckstrahler sowie Leuchtstoffröhren] oder Impulsstrahler. Die genannten Lampen können ggf. dotiert sein.

- 5 Die in den nachstehenden Beispielen genannten Teile und Prozente beziehen sich, soweit nicht anders angegeben auf das Gewicht. Volumenteile verhalten sich zu Teilen wie Liter zu Kilogramm.

10 Beispiel 1

- Zu einer Mischung aus 1350 Volumenteilen Petroläther (Siedebereich 40 bis 70°C), 180 Volumenteilen N,N-Diäthylanilin und 67 Volumenteilen Methanol werden unter Rühren bei 0°C 225 Teile Diphenylchlorphosphin, gelöst in 220 Volumenteilen Petroläther, zugegeben. Danach rührt man die Mischung noch 2 Stunden bei Raumtemperatur. Nach Abkühlung auf ca. +5°C saugt man das ausgeschiedene Aminhydrochlorid ab und destilliert das Filtrat zunächst bei 10 bis 20 Torr, um alles Leichtsiedende zu entfernen. Sodann wird das Diphenylmethoxyphosphin bei 0,1 bis 1 Torr fraktioniert destilliert. Sdp._{0,5} 120 bis 124°C. Ausbeute: 175 Teile (80 % bezogen auf Diphenylchlorphosphin).
- 25 In einer Rührapparatur mit Rückflußkühler und Tropftrichter werden bei 50 bis 55°C 648 Teile Methoxydiphenylphosphin zugegeben. Man rührt noch 4 bis 5 Stunden bei 50°C nach, löst den Kolbeninhalt bei 30°C in Äther und versetzt bis zur beginnenden Trübung mit Petroläther. Beim Abkühlen kristallisieren 910 Teile (87 % d.Th.) 2,4,6-Trime-
- 30 thylbenzoyl-diphenylphosphinoxid. Fp.: 80 bis 81°C, schwach gelbe Kristalle.

35

030040/0036

Beispiel 2

In einer Apparatur nach Beispiel 1 werden 20 Teile 2,6-Dimethoxybenzoylchlorid in 20 Volumenteilen Toluol suspendiert und zu dieser Mischung bei 50 bis 55°C unter Rühren 21,6 Teile Methoxydiphenylphosphin zugetropft. Man rührt noch 3 Stunden bei 50°C nach und kristallisiert dann direkt aus Toluol um. Man erhält 32 Teile gelbliche Kristalle, Fp.: 124 bis 126°C.

Beispiel 3

In einer Apparatur nach Beispiel 1 werden 91 Teile 2,4,6-Trimethylbenzoylchlorid vorgelegt. Dazu gibt man bei 60°C innerhalb von 15 Min. 83 Teile Triäthylphosphit und rührt dann bei 80°C noch 8 Stunden nach. Der Kolbenaustrag wird bei vermindertem Druck von 0,4 mm destilliert und die Fraktion bei 120 bis 122°C/0,4 mm aufgefangen. Man erhält 51 Teile 2,4,6-Trimethylbenzoyl-phosphonsäurediäthylester (36 Prozent d.Th.) als schwach gelbliche Flüssigkeit.

Beispiel 4

Zu einer Mischung aus 1000 Volumenteilen Toluol, 421 Volumenteilen N,N-Diäthylanilin und 100 Volumenteilen Methanol werden bei 0°C 214 Teile Phenyldichlorphosphin zugegeben. Danach rührt man noch 1 Stunde bei Raumtemperatur, saugt den Niederschlag von Aminhydrochlorid ab und fraktioniert. Das Dimethoxyphenylphosphin destilliert bei 46 bis 50°C/0,2 bis 0,3 mm. Ausbeute: 190 Teile (93 % d.Th.)

Zu 182,5 Teilen 2,4,6-Trimethylbenzoylchlorid werden bei 50°C 170 Teile Dimethoxyphenylphosphin zugetropft. Man hält noch 5 Stunden bei 50°C, löst das schwach gelbliche Öl bei 70 bis 80°C in Cyclohexan und bringt das Produkt

dann durch Abkühlen auf 5°C zur Kristallisation. Man erhält schwach gelbliche Kristalle, Fp.: 51 bis 52°C, Ausbeute: 81 % d.Th.

- 5 Weitere Verbindungen, die analog zu Beispiel 1 bis 4 hergestellt wurden, enthält Tabelle 1.

10

15

20

25

30

35

2909994

Tabelle 1: Acylphosphinoxid-Derivate

	Aus- beute	Sdp. (mm)	Tp °C	Analys C	H	P
2,4,6-Trimethylbenzoyl-diphenylphosphinoxid	87 %	-	80-81	ber. 75,86 gef. 75,9	6,03 6,1	8,91 8,9
2,4,6-Trimethylbenzoyl-phenylphosphinsäuremethylester	81 %	-	51-52	ber. 67,55 gef. 67,5	6,29 6,5	10,26 10,1
2,4,6-Trimethylbenzoyl-phosphonsäurediäthylester	36 %	120-122 (0,4mm)	-	ber. 59,15 gef. 59,3	7,39 7,6	10,02 10,7
2,6-Dichlorbenzoyl-diphenylphosphinoxid	82 %	-	154-159	ber. 60,8 gef. 60,9	3,47 3,7	8,27 8,1
2,4-Dichlorbenzoyl-diphenylphosphinoxid	76 %	-	116-117	ber. 60,8 gef. 60,9	3,47 3,6	8,27 8,3
2,6-Dimethoxy-diphenylphosphinoxid	88 %	-	124-126	ber. 68,86 gef. 68,7	5,19 5,4	8,47 8,2
2,3,5,6-Tetramethyl-diphenylphosphinoxid	63 %	-	123-125	ber. 76,24 gef. 76,2	6,36 6,5	8,56 8,4
3,4-Dimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid	90 %	-	72-74	ber. 75,45 gef. 75,2	5,69 5,7	9,28 8,9

030040/0036

Beispiel 5

- In einem Bindemittel aus 65 Teilen eines Umsetzungsproduktes aus Bisphenol-A-diglyzidäthers und Acrylsäure, 35 Teilen Butan-1,4-dioldiacrylat und 3 Teilen Methyldiäthanolamin werden 3 Teile Photoinitiator gelöst. Die fertige Mischung wird auf Glasplatten in einer Schicht von 60 μ Dicke aufgebracht und in 10 cm Abstand unter einer Quecksilberhochdrucklampe (Leistung 80 W/cm Bodenlänge) vorbeigeführt. Die Reaktivität ist als die maximal mögliche Transportbandgeschwindigkeit angegeben, bei der noch eine kratzfeste Aushärtung des Lackfilms erzielt wird.

Tabelle 2: Reaktivität der Photoinitiatoren

15

	Photoinitiator	Reaktivität (Transportgeschwindigkeit m/min)
20	2,4-Dichlorbenzoyldiphenylphosphinoxid	< 10
	2,6-Dichlorbenzoylphenylphosphinoxid	30
	3,4-Dimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid	< 10
	2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid	70
25	2,6-Dimethoxybenzoyldiphenylphosphinoxid	70
	Benzyl dimethylketal	60

- 2,6-substituierte Derivate zeigen also eine wesentlich höhere Reaktivität als Derivate, die Substituenten in anderen Stellungen des Benzoylrests tragen.

35

Beispiel 6

Ein Lacksystem analog Beispiel 5 wird mit folgenden Photo-
initiatorkombinationen versetzt und wie bei Beispiel 5 ge-
prüft.

Photoinitiatorsystem		Reakti- vität (m/min)	Pendel- härte nach König (sec) bei 12m/min
10	3 Teile Benzophenon	12	97
	2 Teile Benzophenon		
	1 Teil 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphe- nylphosphinoxid	75	213
15	3 Teile 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphe- nylphosphinoxid	70	188
	2 Teile Benzophenon		
20	1 Teil 2,6-Dimethoxybenzoyldiphenyl- phosphinoxid	75	210
	3 Teile 2,6-Dimethoxybenzoyldiphenyl- phosphinoxid	70	183

25

Beispiel 7

In einer Mischung aus 55 Teilen eines Umsetzungsproduktes
von Bisphenol-A-diglycidäther und Acrylsäure, 45 Teilen
Butandiol diacrylat, 55 Teilen Rutil-Pigment und 3 Teilen
Methyldiäthanolamin werden die folgenden Photoinitiatoren
gelöst. Die fertige Mischung wird mit einer Spirale (80,um)
auf Glasplatten aufgezogen und unter zwei hintereinander
angeordneten Hg-Hochdrucklampen (Leistung je 80 W/m) vor-
beigeführt. Die Transportbandgeschwindigkeit, bei der noch

35

Eine kratzfeste Aushärtung möglich ist, kennzeichnet die Reaktivität des Initiatorsystems.

- 5 In einem zweiten Ansatz wird obige Zusammensetzung in einer Schichtdicke von 200, μ aufgerakelt. Nach der UV-Härtung wird die Schicht abgelöst, mit Aceton gewaschen und anschließend die ausgehärtete Schichtdicke bestimmt. Man erhält so ein Maß für die Durchhärtung.

10	Photoinitiator	Reaktivität (m/min)	Weißgrad nach Berger (% Rem.)	durchgehärtete Schichtdicke
	2 Teile 2-Methylthioxanthon	12	66	130, μ
15	1,5 Teile 2-Methylthioxanthon	20	76	140, μ
	0,5 Teile 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid			
	1,0 Teile 2-Methylthioxanthon	20	78	140, μ
	1,0 Teile 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid			
20	2 Teile 2,4,6-Trimethylbenzoylphosphinoxid	6	81	70, μ

Beispiel 8

- 25 In einer Mischung aus 55 Teilen eines Umsetzungsproduktes von Bisphenol-A-diglycidäther und Acrylsäure, 45 Teilen Butandiol-diacrylat und 55 Teilen Rutil-Pigment werden die zu vergleichenden Photoinitiatoren gelöst. Man zieht den fertigen Lack in einer Dicke von 80, μ auf Glasplatten auf
- 30 und härtet wie in Beispiel 7 beschrieben. Man findet, daß Benzildimethylketal oder α -Hydroxyisobutyrophenon allein keine Aushärtung des pigmentierten Lackes bewirken. Ohne wesentliche Einbußen an Aushärtung können sie jedoch einen Teil des erfindungsgemäßen Initiators 2,4,6-Trimethylben-

35

2909994

Zoyldiphenylphosphinoxid ersetzen.

Initiator	Konzentration	Pendelhärte in sec. bei einer Transport- bandgeschwindigkeit von	
		6 m/min	12 m/min
2,4,6-Trimethylbenzoyldi- phenylphosphinoxid	3 %	81	56
2,4,6-Trimethylbenzoyldi- phenylphosphinoxid	2 %	78	43
α -Hydroxyisobutyrophenon	1 %		
2,4,6-Trimethylbenzoyldi- phenylphosphinoxid	2 %	71	61
15 Benzildimethylketal	1 %		
α -Hydroxyisobutyrophenon	3 %	} jeweils nur oberfläch- lich trocken	
Benzildimethylketal	3 %		

20 Beispiel 9

Durch Veresterung von 431 Teilen Maleinsäureanhydrid und 325 Teilen Phthalsäureanhydrid mit 525 Teilen Propylen- glykol-1,2 wird ein ungesättigter Polyester hergestellt.

25 Nach Zugabe von 0,01 % Hydrochinon wird von dem Polyester eine 66 %ige Lösung in Styrol hergestellt und darin der jeweilige Photoinitiator gelöst.

30 Für die Lichthärtungsversuche werden zu 100 Teilen dieser Mischung 10 Teile einer 1 %igen Lösung von Paraffin (Erweichungsbereich 50 bis 52°C) in Styrol zugesetzt und das Harz auf Glasplatten mit einem Filmaufziehgerät der Spalt- tiefe 400, μ aufgetragen. Nach etwa einminütigem Ablüften werden die Filme mit Leuchtstofflampen (Philips TLA05/40 W),

35

2909994

- die im Abstand von 4 cm angebracht sind, belichtet. Diese Prüfung wurde nach einer Dunkel-Lagerzeit des photopolymersierbaren Gemisches von 5 Tagen bei 60°C wiederholt. Nach einer Belichtungszeit von jeweils 2 Minuten erhält man folgende Ergebnisse:

	Photoinitiator	Konzentration	Pendelhärte nach König (sec)	
			sofort	nach 5 Tg. bei 60°C
10	2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid	1 %	73	73
15	2,6-Dimethoxybenzoyldiphenylphosphinoxid	2 %	62	60
	Pivaloyldiphenylphosphinoxid (Vergleich)	2 %	60	10
	Benzildimethylketal (Vergleich)	2 %	45	40
20	α -Hydroxyisobutyrophenon (Vergleich)	2 %	20	19

Beispiel 10

- 25 Durch Veresterung von 143 Teilen Tetrahydrophthalsäureanhydrid und 175 Teile Maleinsäureanhydrid mit 260 Teilen Diäthylenglykol wird ein ungesättigtes Polyesterharz hergestellt, das 64 %ig in Styrol gelöst und mit 0,01 % Hydrochinon stabilisiert wird.
- 30 Für Lichthärtungsversuche werden zu 100 Teilen dieser Lösung 20 Teile TiO_2 , 10 Teile einer 1 %igen Paraffinlösung in Styrol sowie der jeweilige Initiator in der angegebenen Menge zugesetzt. Das Harz wird mit einem Rakel in einer
- 35 Schichtdicke von 60 μ auf Glasplatten aufgezogen und sofort 20 Sekunden unter einer Hg-Hochdrucklampe (100 W/cm

030040/0036

2909994

Bodenlänge) im Abstand von 10 cm bestrahlt. Man erhält folgende Ergebnisse:

	Konzentration des Initiators	Pendelhärte nach König (sec)
5		
2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid	1 %	126
10		
2,6-Dimethoxybenzoyldiphenylphosphinoxid	1 %	81
3,4-Dimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid	2 %	20
Benzil, Methyldiäthanolamin	2 % + 4 %	32

15

Während die mit den erfindungsgemäßen Initiatoren sensibilisierten Harze nach Lagerung von 5 Tagen bei 60°C keinen nennenswerten Reaktivitätsabfall zeigten, war der Ansatz mit Benzil/Amin bereits geliert.

20

Beispiel 11

Zu 100 Teilen eines nach Beispiel 10 hergestellten Harzes gibt man 15 Teile einer 0,7 %igen Lösung von Paraffin (Schmpkt. 50 bis 52°C) in Styrol, in der man gleichzeitig den Photoinitiator gelöst hat. Man setzt dem Harz noch 3% Buntpigment zu, rakelt 100 µ dicke Filme auf Glas auf und belichtet 20 sec wie in Beispiel 10. Man ersieht aus diesen Ergebnissen, daß die erfindungsgemäßen Initiatoren auch zum Härten buntpigmentierter Lacke bzw. von Druckfarben geeignet sind, auch wenn sie mit hierzu nicht oder nur wenig brauchbaren herkömmlichen Initiatoren kombiniert werden, d.h. sie zeigen einen synergistischen Effekt.

35

030040/0036

Initiator	Pendelhärte nach König in sec. bei Pigmentierung durch		
	Heliogen- grün 8721	Heliogen- blau 7080	Lithol- schar- lach 4300
5			
2 Teile 2,4,6-Trimethyl- benzoyldiphenylphosphin- oxid	123	129	161
10			
1 Teil 2,4,6-Trimethyl- benzoyldiphenylphosphin- oxid	129	125	170
1 Teil Benzildimethylketal			
15			
2 Teile Benzildimethylketal	49	nur ober- flächlich gehärtet	169
20			
25			
30			
35			

THIS PAGE BLANK (USPTO)